

RIビームの連続磨耗測定法への適用

Application of the real time wear measurement by using RI beam


住重試験検査株式会社


上本 龍二, 鵜野 浩行, 永野 章

独立行政法人理化学研究所

大西 哲也, 亀田 大輔, 福田 直樹
柳澤 善行, 吉田 敦, 久保 敏幸, 神原 正

もくじ

1. 放射線を用いた摩耗測定(連続摩耗測定法)について
 2. 放射性同位元素(RI)注入(反跳法、RIビーム法)
 3. RIビーム(Radionuclide beam: RNB)の試験結果
 4. まとめ(今後の課題)
- 

1. 放射線を用いた磨耗測定(連続磨耗測定法)について
 2. 放射性同位元素(RI)注入(反跳法、RIビーム法)
 3. RIビーム(Radionuclide beam: RNB)の試験結果
 4. まとめ(今後の課題)
- 

放射線を使った摩耗測定

機械部品の寿命を予測することは、適切な保守を行い効率的な運用を行うことや、さらには突然の故障による事故を未然に防ぐのに大変重要である。

機械部品の寿命を決める数ある因子の一つに“摩耗“がある。

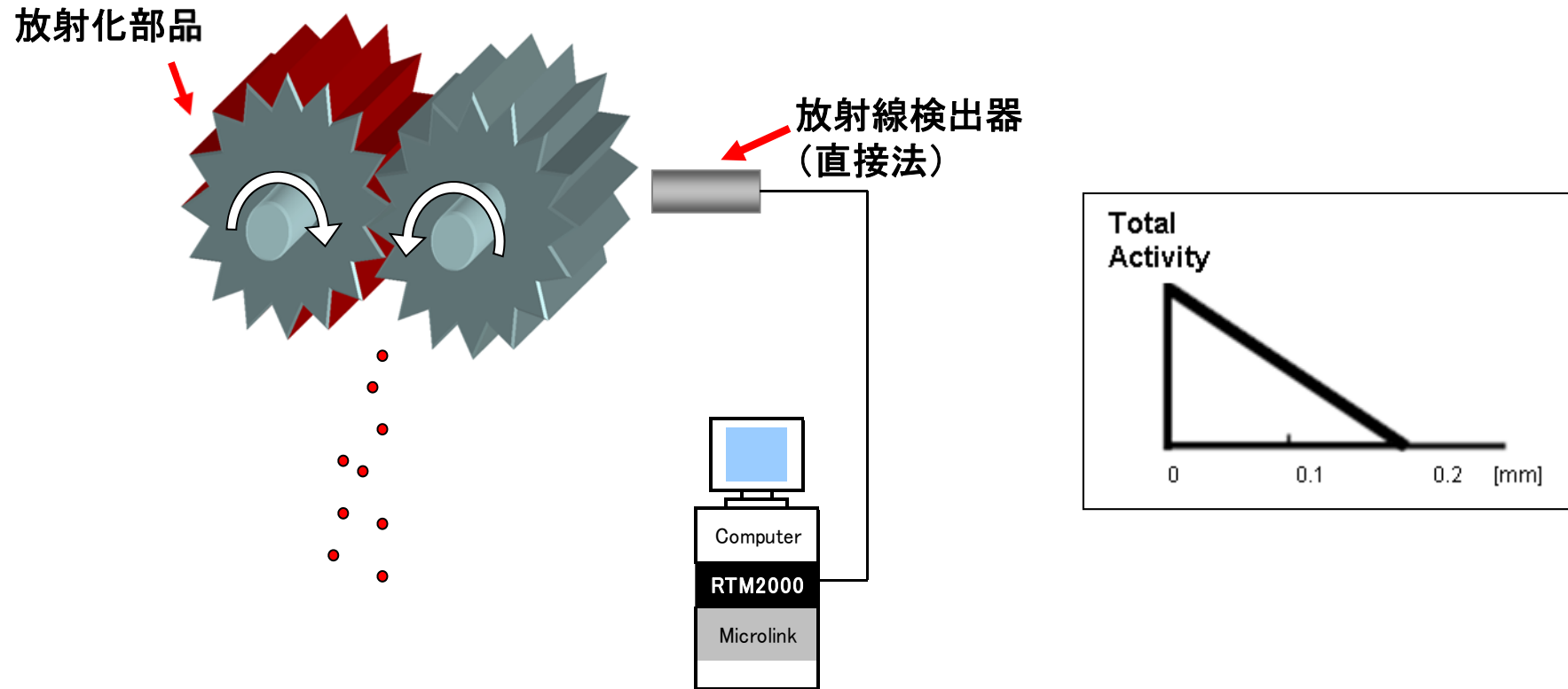
この摩耗量を計測する方法には、摩耗する部品を機械から取り外し直接計測する従来法の他に、摺動面の表面層を放射化し、生成したRIをトレーサーとして、直接もしくは間接的にその放射能強度を測定し評価する技術(RTM:Radionuclide Technique in Mechanical—Engineering)がある

従来法との比較

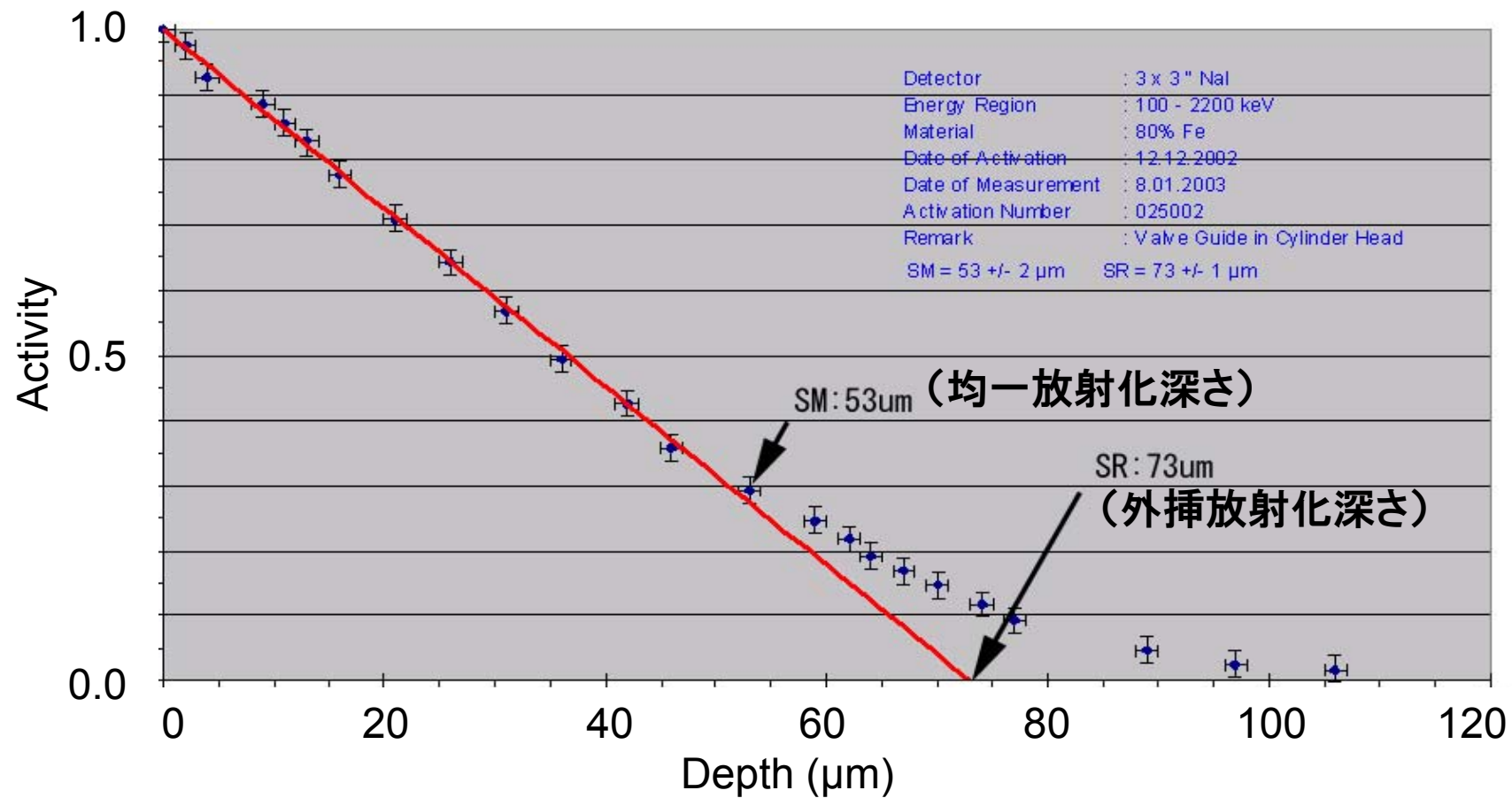
	利点	弱点
耐久試験	<ul style="list-style-type: none"> すべての部品について、摩耗量を確認出来る。 	<ul style="list-style-type: none"> 1条件で、長時間運転しなければならない。 計測→組立→運転→洗浄→測定 of 工程が必要で、時間が掛かる。 マッピング等を考えた場合、燃料も多く必要。
RTM	<ul style="list-style-type: none"> 1条件短時間(30分～数時間)で結果が得られる。 初期磨耗や、条件を変えた場合の磨耗条件を確認することが出来る。 	<ul style="list-style-type: none"> 最大2部品までしか、同時に計測できない。 放射線を用いるため、試験施設に制約がある。

RTM → 直接法、濃縮法の2種類

RTM原理①(直接法)

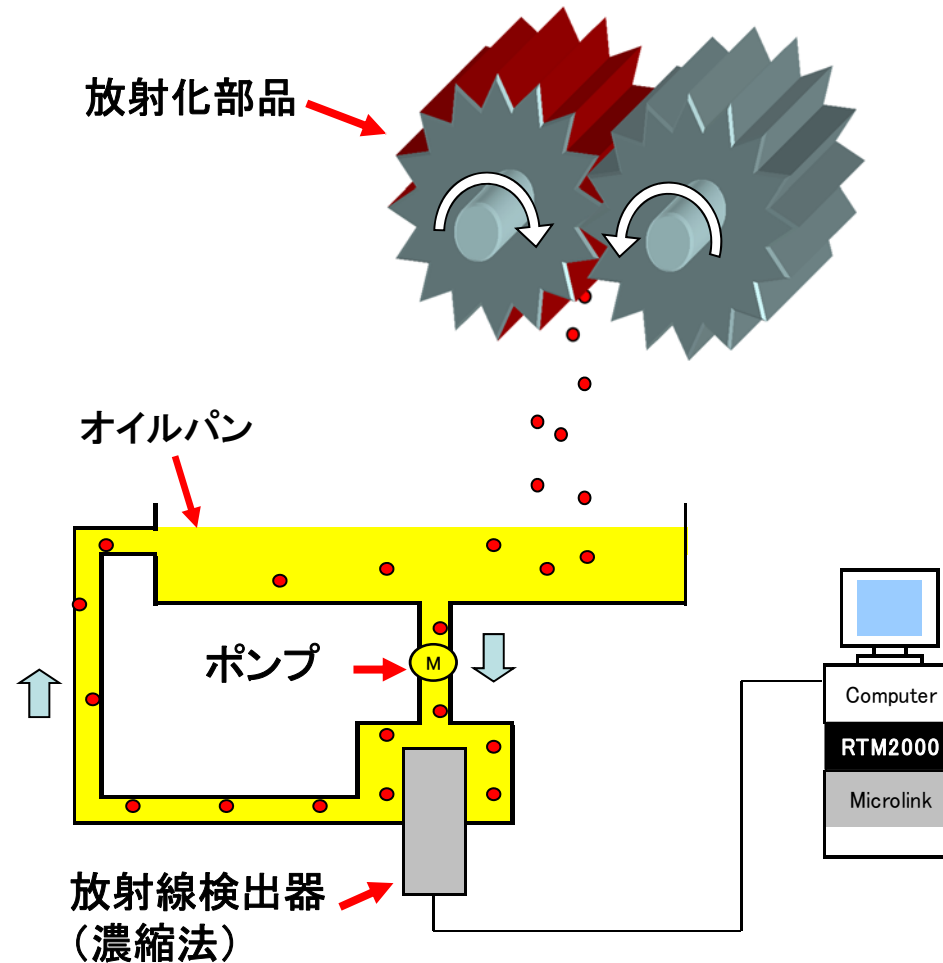


摩耗により、放射能が少なくなることから、摩耗量を求める方法
バルブ・バルブシートの摩耗測定に適用



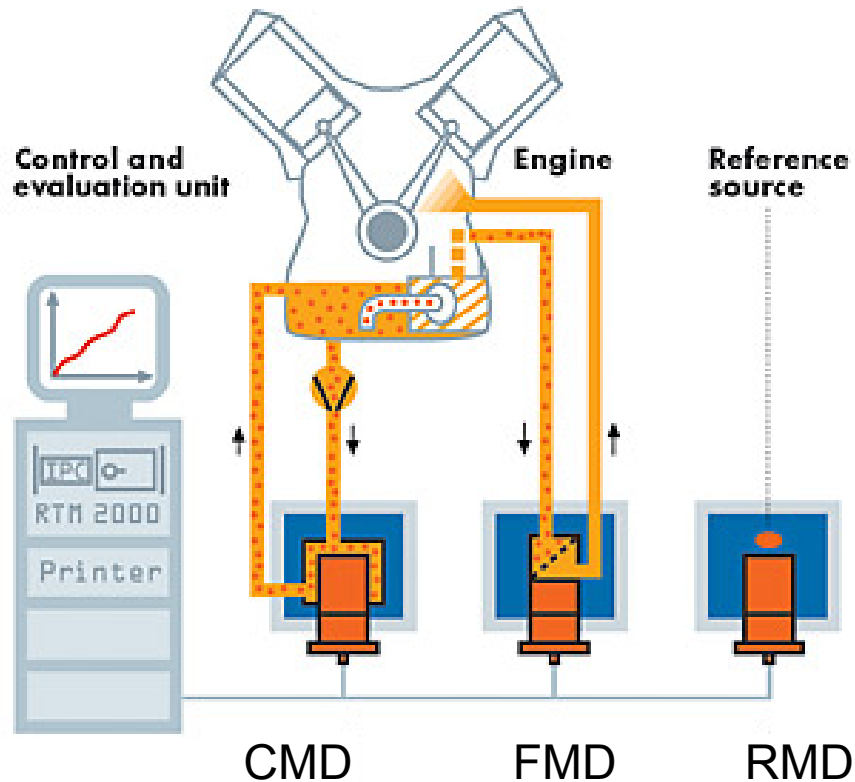
Activity vs Depth線図

RTM原理②(濃縮法)



オイル中の、放射能濃度を測定することにより摩耗量を求める方法
オイルで潤滑する部品は、この測定方法にて測定

濃縮法試験時のレイアウト

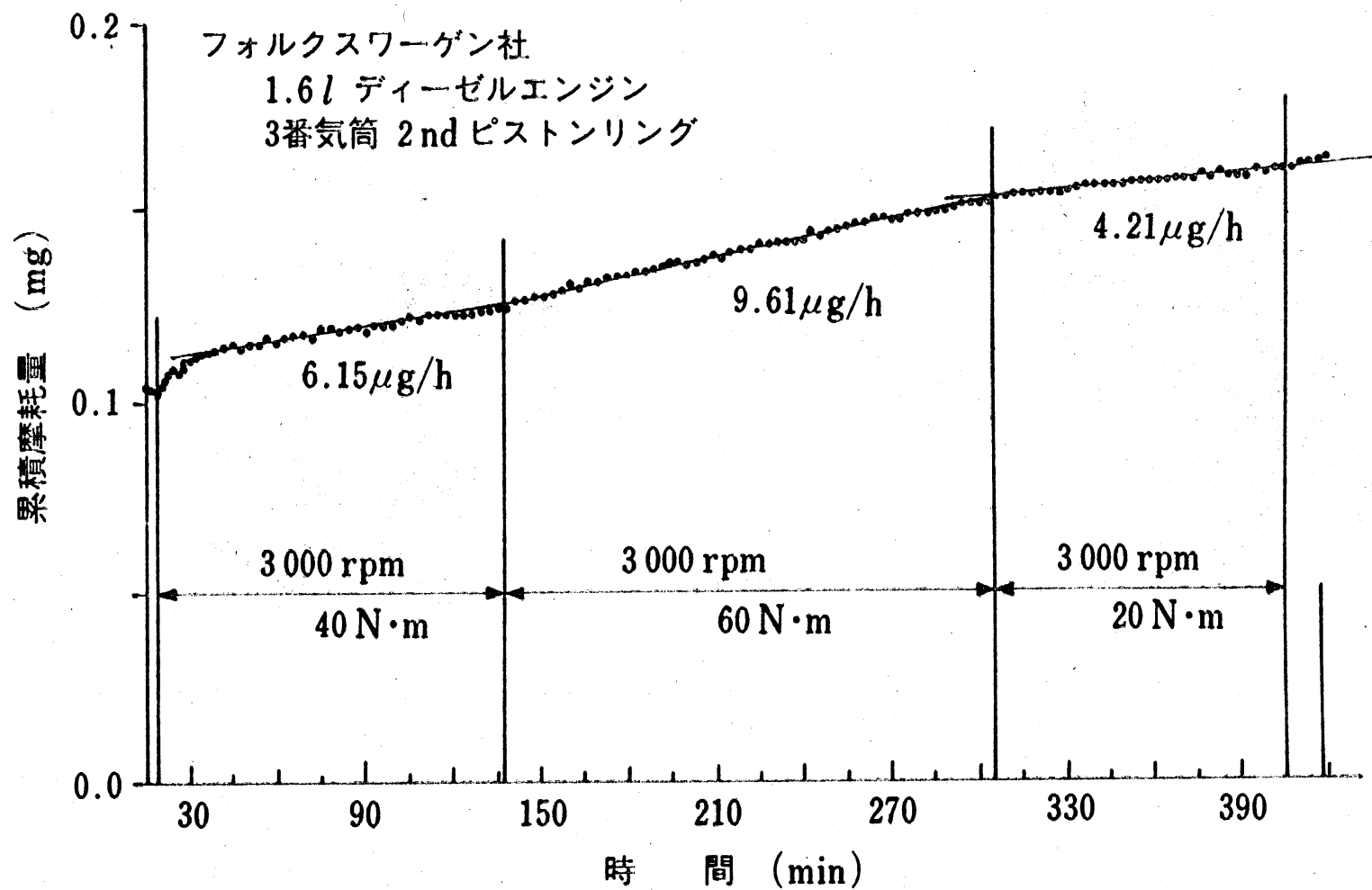


CMD(Concentration measuring device)
オイル中の摩耗粉の放射能を測定する放射線検出器。

FMD(Filter measuring device)
オイルフィルターでトラップされた摩耗粉の放射能を測定する放射線検出器。

RMD(Reference measuring device)
半減期を補正するための、摩耗測定対象と同じ材質の試験片を、同時に放射化し、半減期の補正に用いる放射線検出器。

RTM試験結果例

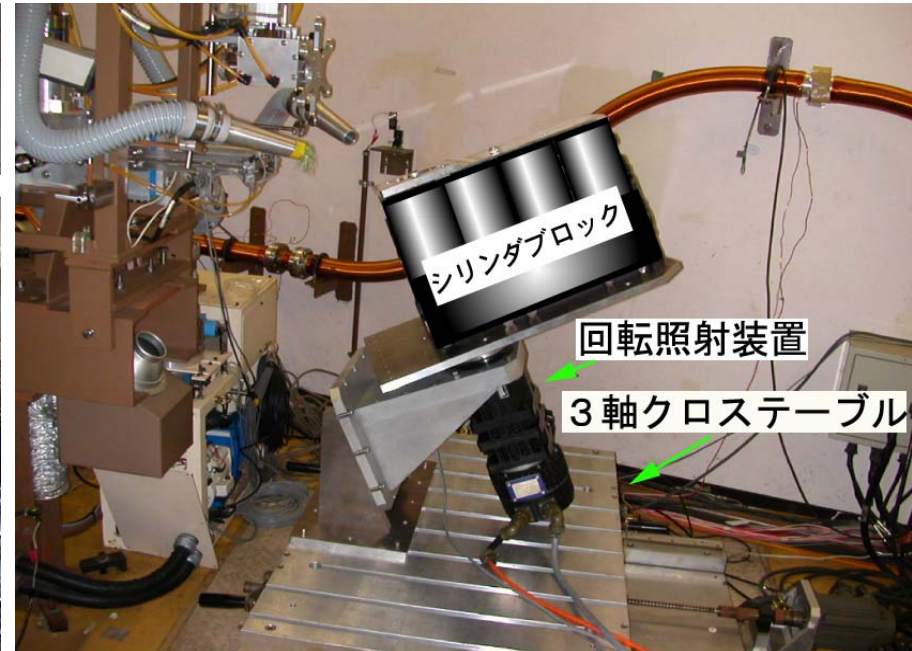


試験結果例

従来の放射化方法 (イオンビームによる放射化方法)



サイクロトロン
住友重機械製
CYPRIS 370型



シリンダブロック放射化モデル

従来のRTMの問題点

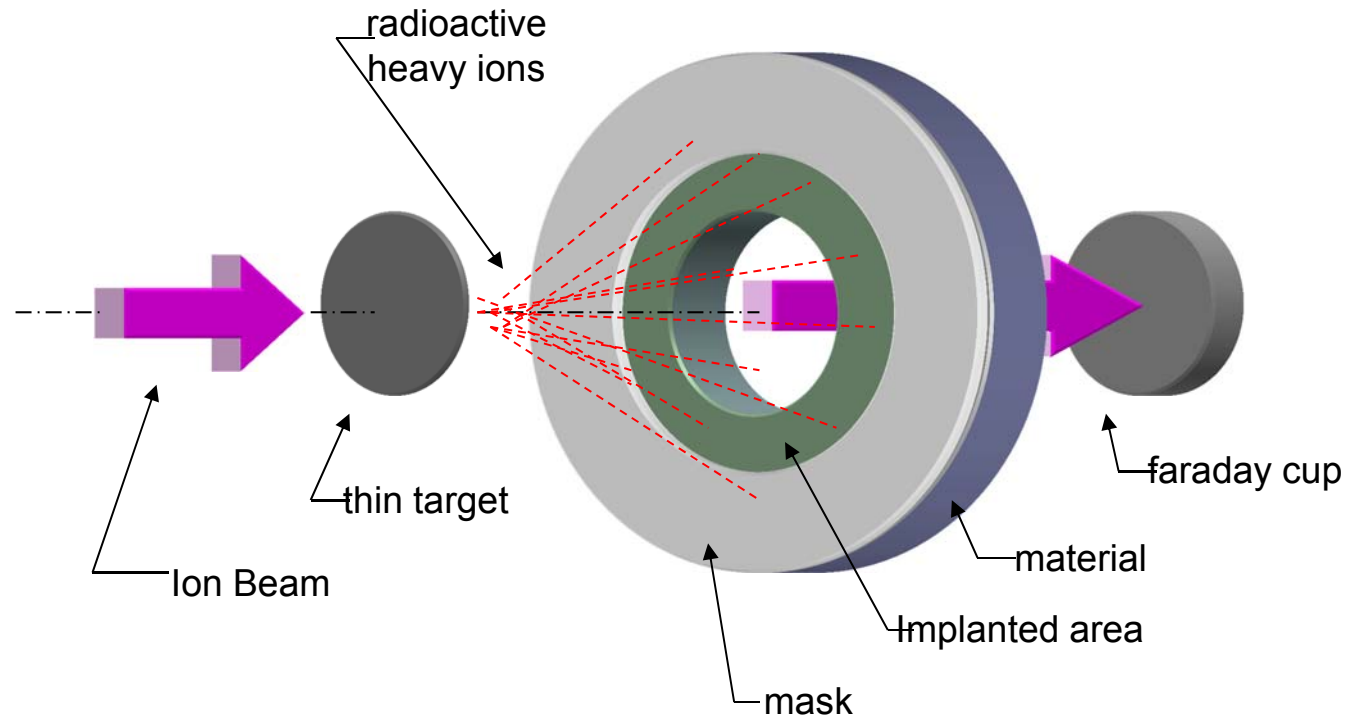
放射化可能な材料に制約がある

- ・ 適当な半減期の核種が、生成出来ない材質がある。
- ・ 合金等においては、妨害核種が生成される場合がある。
- ・ 放射化時、発熱による影響があるため対象が限定される。
- ・ アルミについては、高エネルギーのイオンビームでの放射化が必要なため、滑り軸受け等では裏金も放射化し、ハンドリングに問題が発生する。

そのため、RIを直接注入する事を検討した。

1. 放射線を用いた磨耗測定(連続磨耗測定法)について
2. **放射性同位元素(RI)注入(反跳法、RIビーム法)**
3. RIビーム(Radionuclide beam: RNB)の試験結果
4. まとめ(今後の課題)

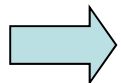
反跳によるRI注入



薄膜にイオンビームが入射し、飛び出したRIが注入される方法

<問題点>

- ・1次ビームも散乱等により、注入エリアに照射されてしまう。
- ・注入されるRIのエネルギーがコントロールできない。



RIビーム法を用いることにより解決

RIBーム法(理化学研究所施設)

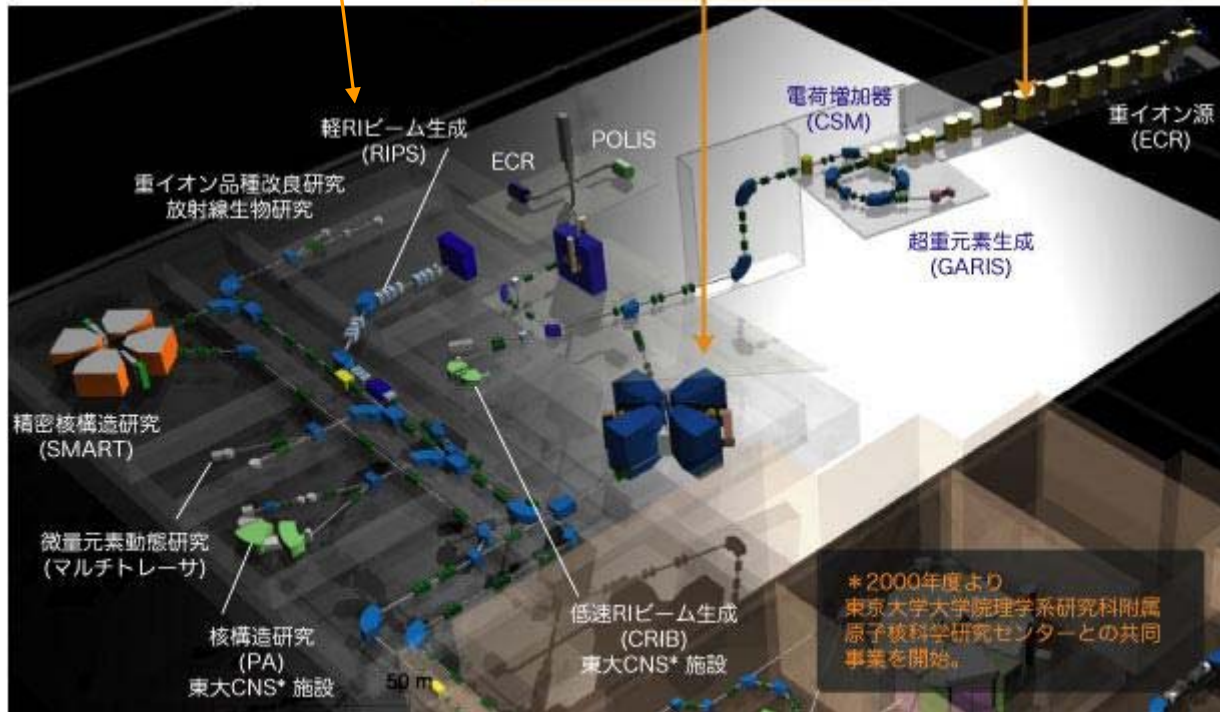
RIPS
(理研入射核破砕片分離器)



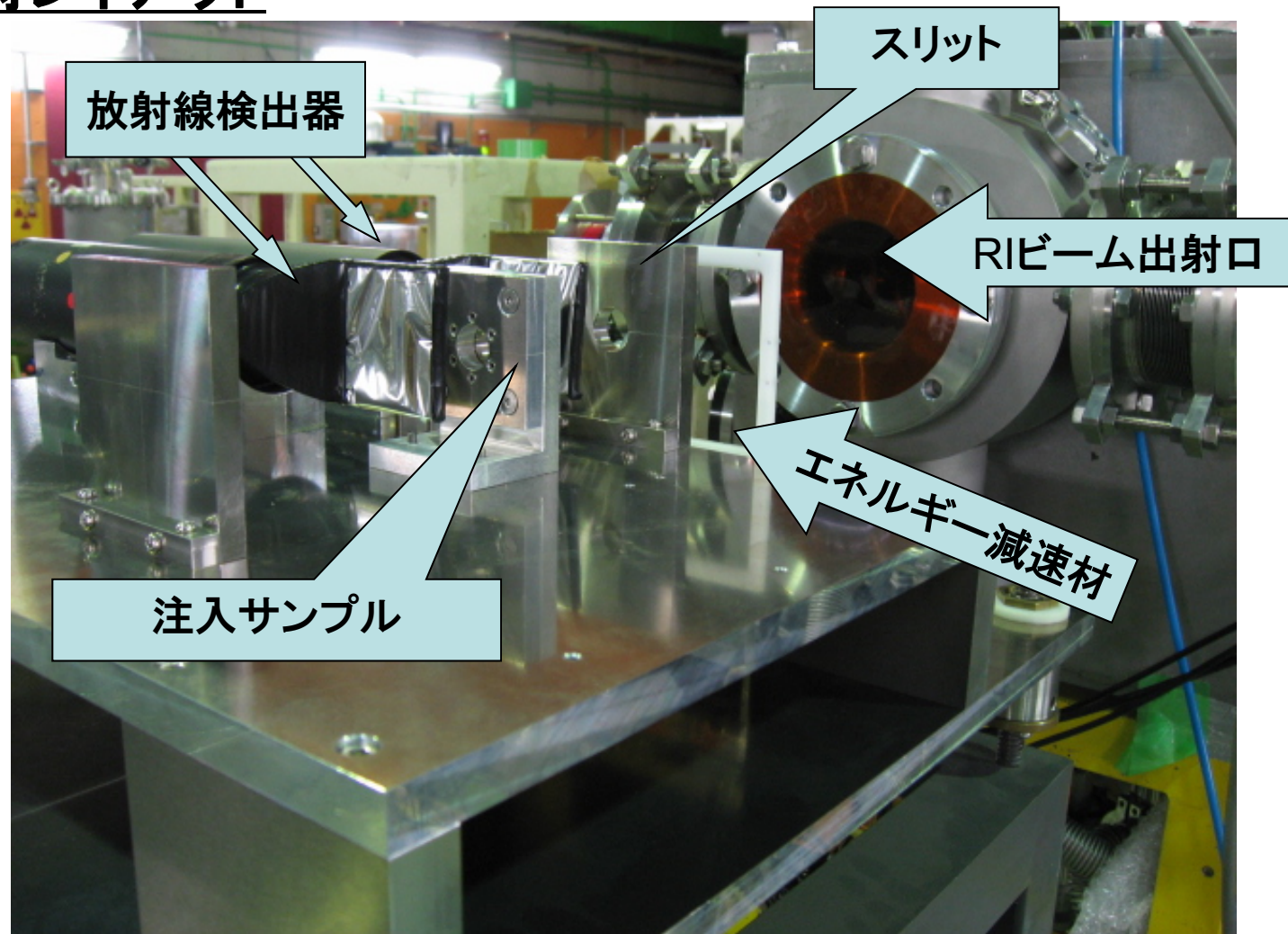
RRC
(理研リングサイクロトロン)



RILAC
(理研重イオン線型加速器)

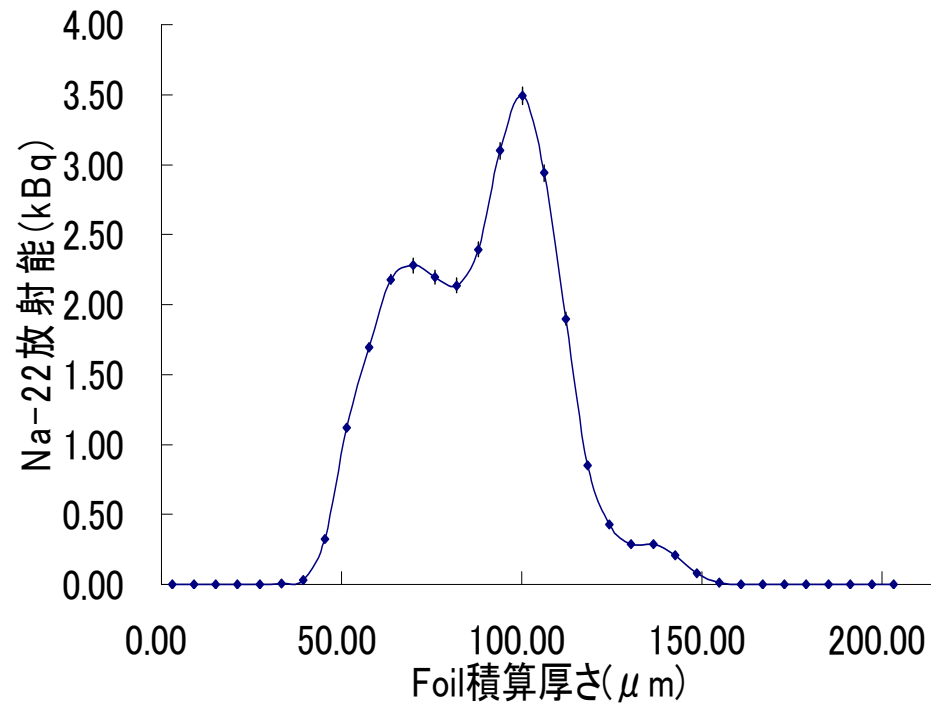


RI注入時レイアウト



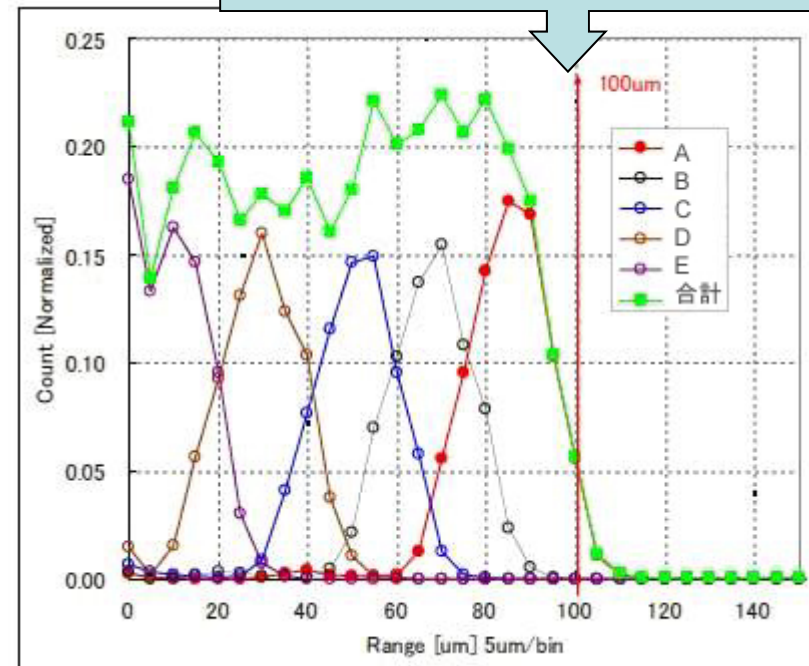
1. 放射線を用いた磨耗測定(連続磨耗測定法)について
2. 放射性同位元素(RI)注入(反跳法、RIビーム法)
3. **RIビーム(Radionuclide beam: RNB)の試験結果**
4. まとめ(今後の課題)

RNB注入計画



事前確認試験結果
(固定エネルギー)

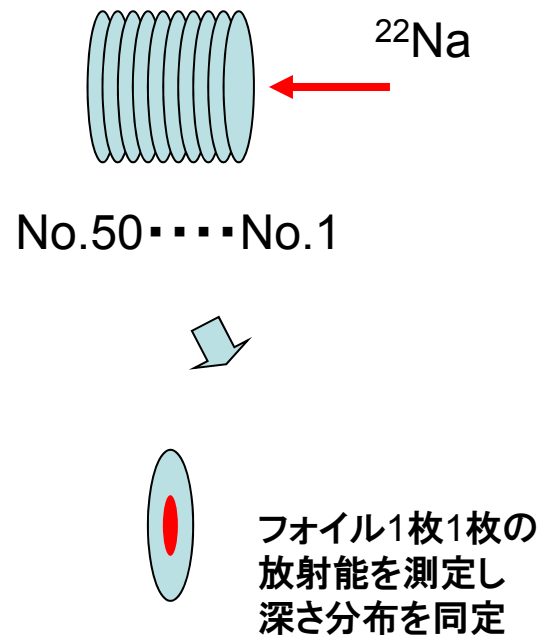
目標放射化深さ: 100μm



注入計画

RIビームのエネルギーを可変させる事で、
目標深さまでRIを均一に注入する。

RNB試験(スタックフォイル)



スタックフォイル注入試験概要



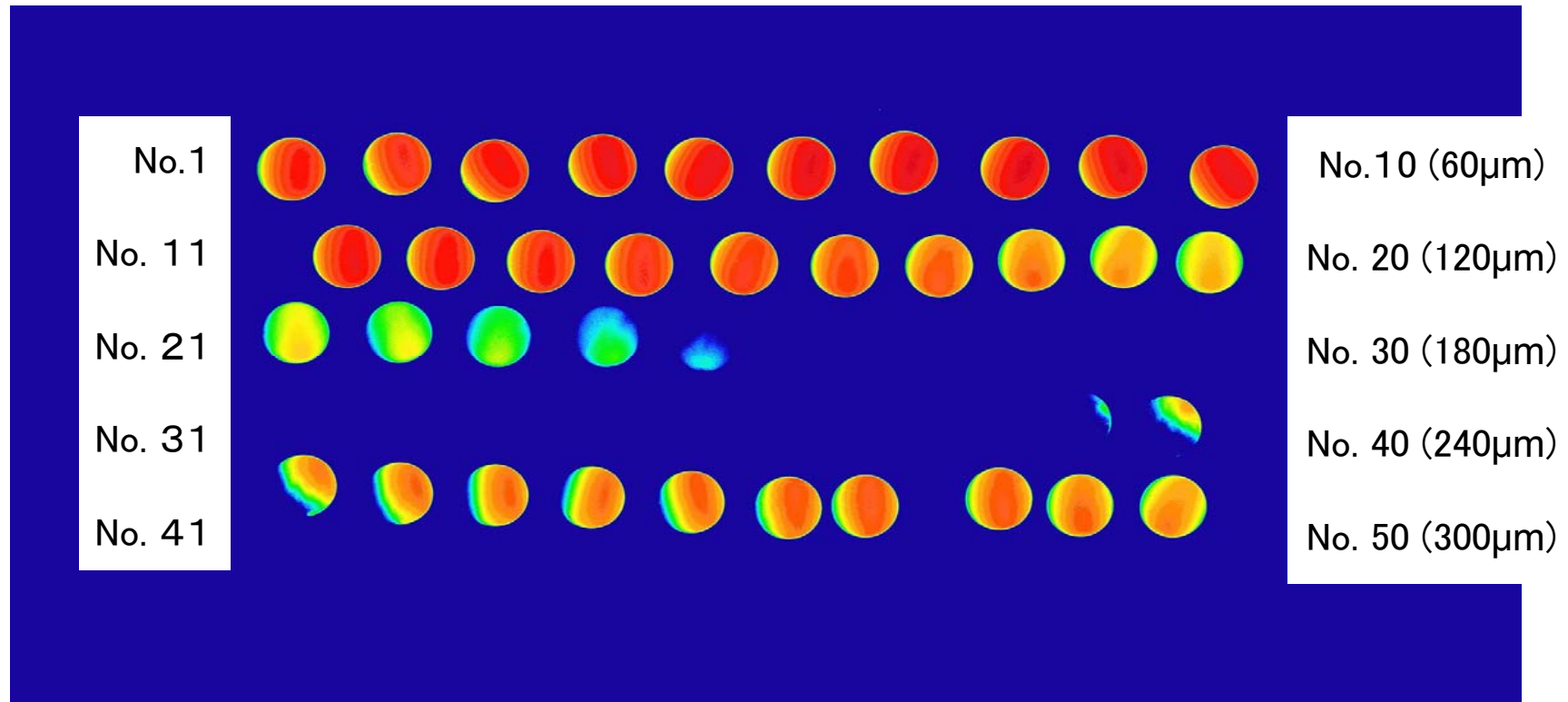
スタックフォイル外観

材質:Al

サイズ:φ20mm,t=6μm

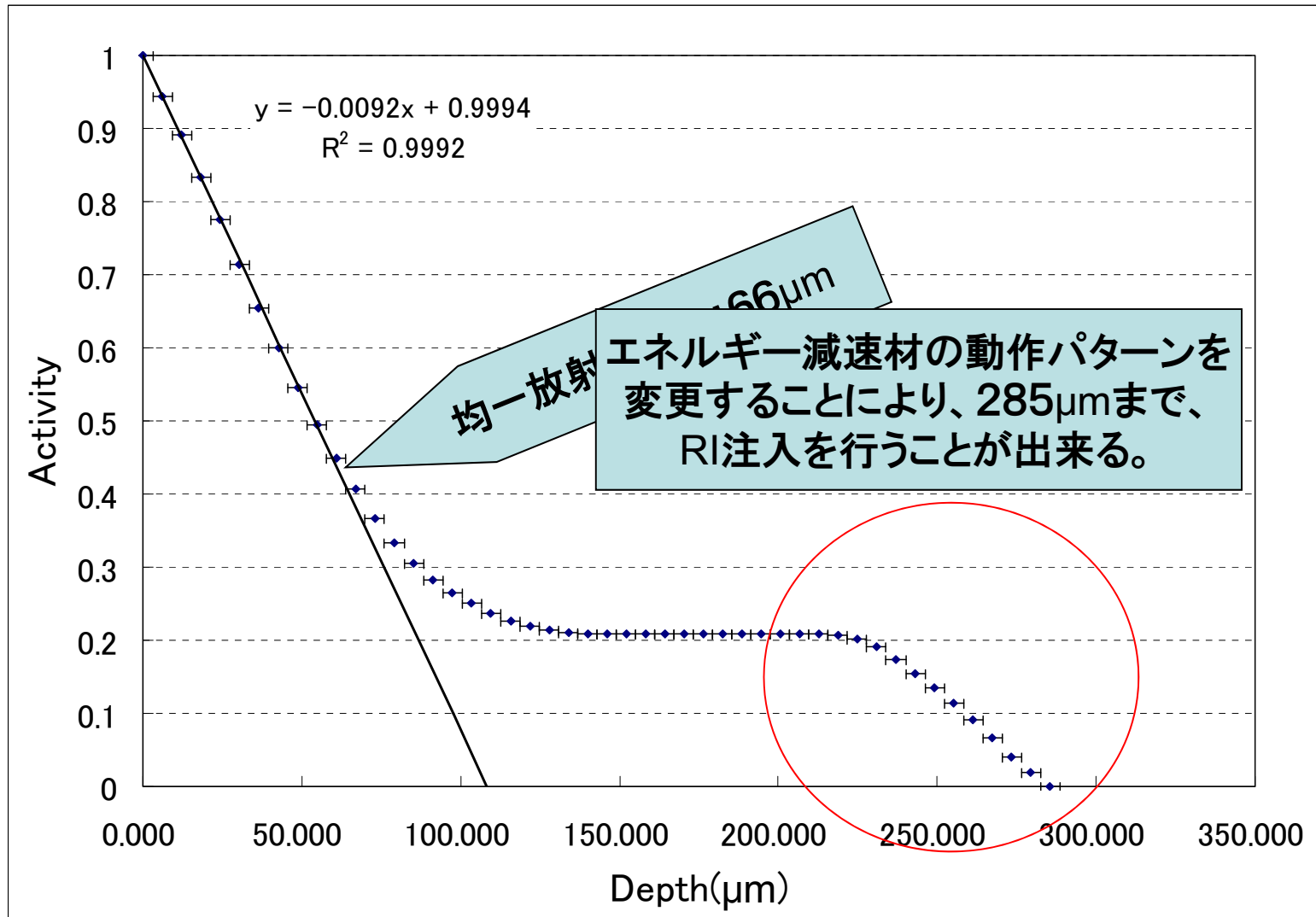
枚数:50枚(合計300μm)

スタックファイル試験結果①

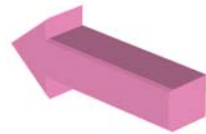


イメージングプレート評価結果

スタックfoil試験結果②

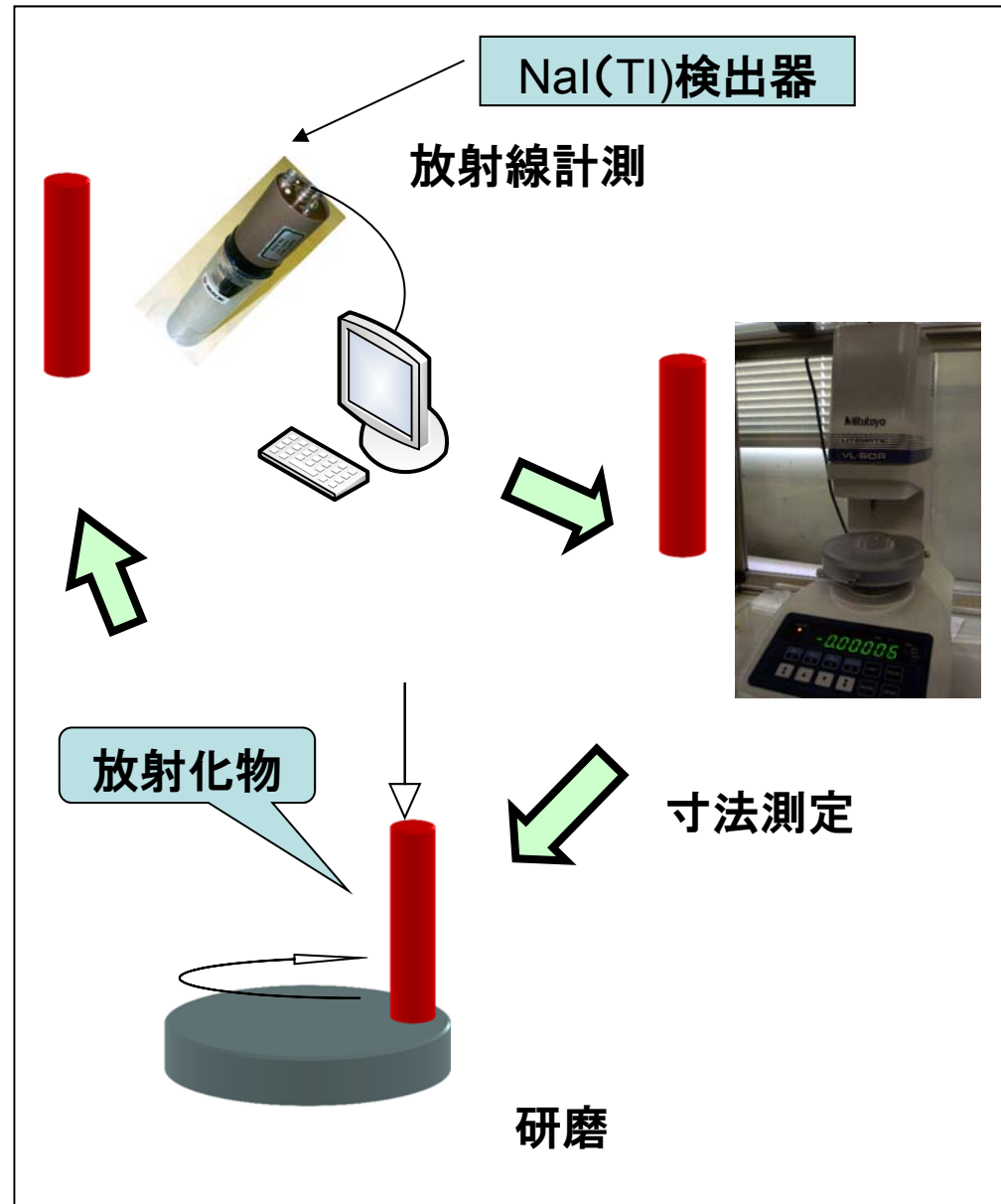


摩耗測定(直接法:rig test)

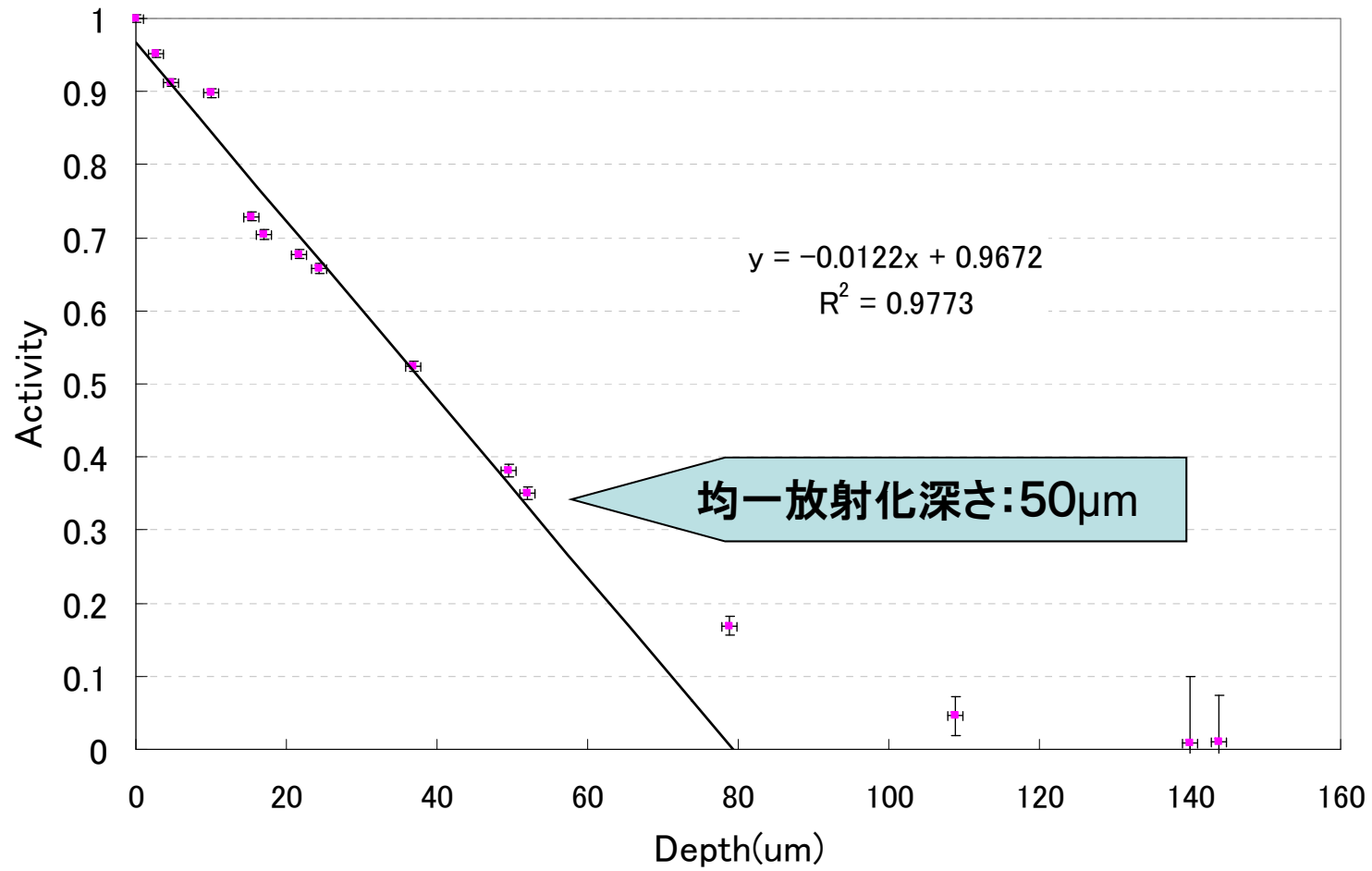


^{22}Na

Rig test 用試験片
直径:3mm
長さ:10mm

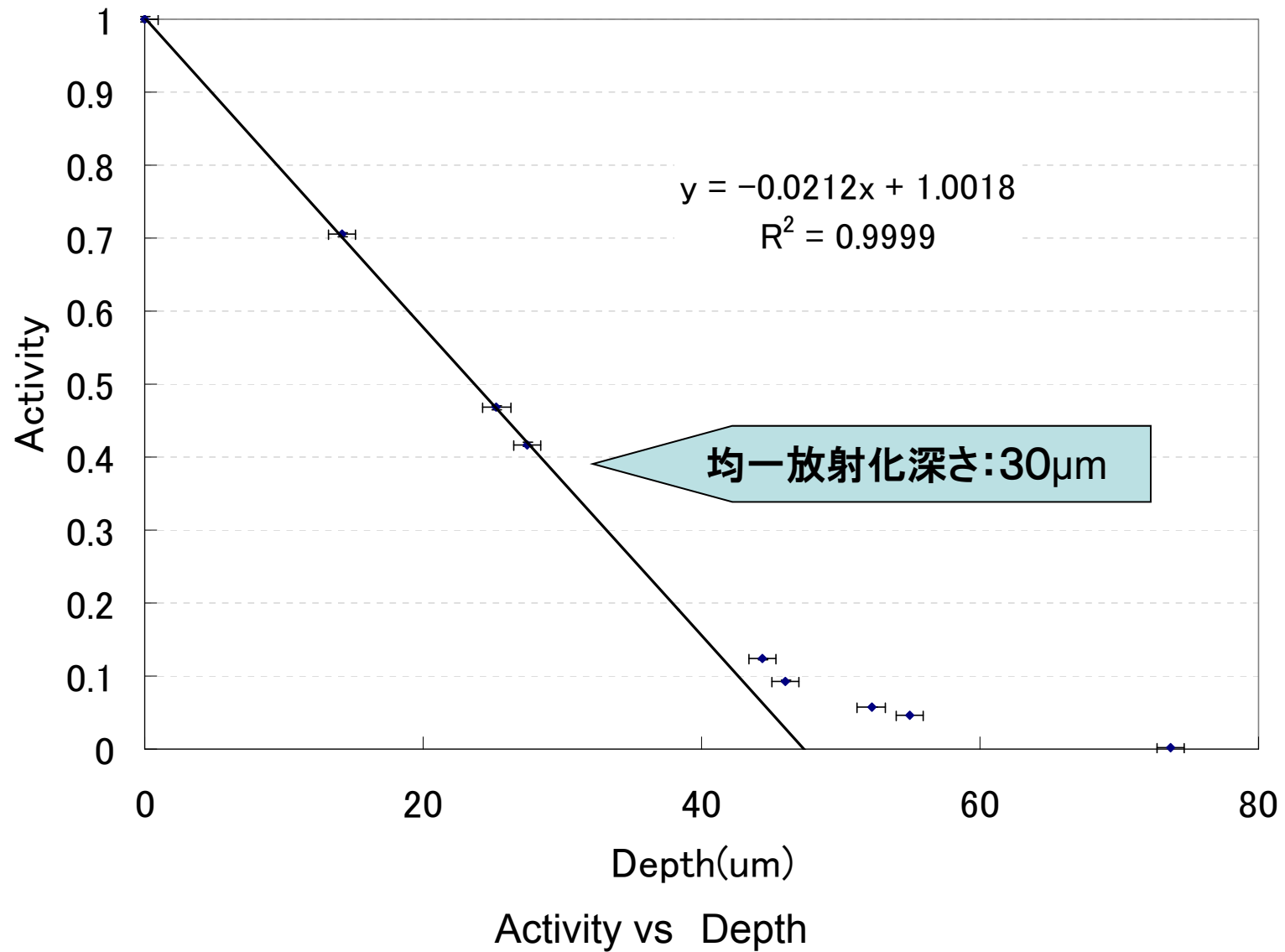


直接法試験結果①(AI)



Activity vs Depth

直接法試験結果②(Fe)



1. 放射線を用いた磨耗測定(連続磨耗測定法)について
2. 放射性同位元素(RI)注入(反跳法、RIビーム法)
3. RIビーム(Radionuclide beam: RNB)の試験結果
4. **まとめ(今後の課題)**

- Al・Feについて、RI注入及び摩耗測定が可能であることを確認できた。本手法はRIを直接注入しているため、BiやDLCなどについても、注入を行うことが出来ると考えられる。
- 本試験に用いた微量な放射能強度でも、バッチテストであれば、1 μ mの磨耗の測定は可能な事が確認出来た。注入量(時間)を増やすことにより、直接法の連続摩耗測定への適用は可能である。
- 次回試験においては、注入量を増やすための検討を行い、実際のエンジンを用いて試験を実施し、濃縮法における測定分解能等の検証を行う。

謝辞

本試験の一部は、文部科学省 先端研究施設共用促進事業にておこないました。
改めて、お礼申し上げます。

～ご静聴有難う御座いました～

